

CLIPPEDIMAGE= JP407176788A

PAT-NO: JP407176788A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07176788 A

TITLE: LIGHT EMITTING DIODE

PUBN-DATE: July 14, 1995

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

KURAHASHI, TAKANAO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

SHARP CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP05318393

APPL-DATE: December 17, 1993

INT-CL (IPC): H01L033/00

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a light emitting diode that can be prepared by one cycle of epitaxial growth, wherein resistance will not be increased and a high quality DBR is obtained even if the DBR is formed between a GaAs substrate and a lower cladding layer, and wherein external projection efficiency will be improved by reducing luminescence under an electrode.

CONSTITUTION: A DBR (Distributed Bragg Reflector) 2 is formed on a GaAs substrate 1, and a contact layer 10 of a first conductivity type, a lower cladding layer 3 of the first conductivity type, an undoped active layer 4, an upper cladding layer of a second conductivity type and a contact layer 5 of the second conductivity type, are formed on the DBR 2 in this order. The layers in

BEST AVAILABLE COPY

the DBR 2 are undoped. Or, only several upper layers are of the first conductivity type. The layers above the contact layer 10 of the first conductivity type are formed in a way that the periphery of the contact layer 10 of the first conductivity type is exposed. An electrode 9 of the first conductivity type is formed on the exposed portion.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-176788

(43) 公開日 平成7年(1995)7月14日

(51) Int. Cl.⁶

H 0 1 L 33/00

識別記号

B

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-318393

(22) 出願日 平成5年(1993)12月17日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 倉橋 孝尚

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

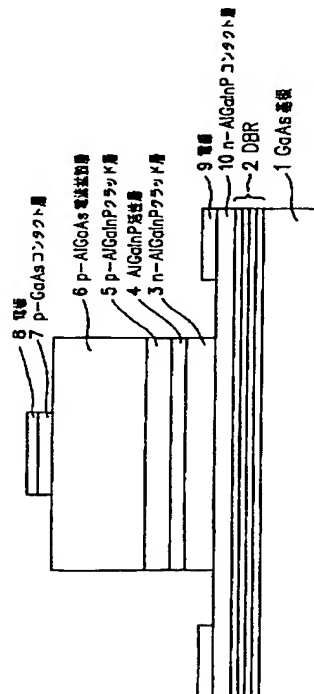
(74) 代理人 弁理士 山本 秀策

(54) 【発明の名称】 発光ダイオード

(57) 【要約】

【目的】 DBRをGaAs基板と下クラッド層との間に設けても高抵抗とならず、高品質なDBRが得られ、かつ電極下での発光を減少させて外部出射効率を高くすることができる発光ダイオードを提供する。

【構成】 GaAs基板1上にDBR2 (Distributed Bragg Reflector) が形成され、DBR2上に第1導電型のコンタクト層10、第1導電型の下クラッド層3、アンドープの活性層4、第2導電型の上クラッド層、第2導電型のコンタクト層5がこの順に積層形成されている。DBR2の各層はアンドープとされ、または上部の数層のみが第1導電型とされている。第1導電型のコンタクト層10より上の各層は、第1導電型のコンタクト層10の周辺部を露出して形成され、その露出部の上に第1導電型の電極9が形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 GaAs基板上にDBR (Distributed Bragg Reflector) が形成され、該DBRの上に、第1導電型のコンタクト層、第1導電型の下クラッド層、アンドープの活性層、第2導電型の上クラッド層および第2導電型のコンタクト層がこの順に積層形成された発光ダイオードにおいて、

該DBRが、アンドープの複数層からなる構成か、または上部の数層のみが第1導電型であり、他の層がアンドープである構成となっており、該第1導電型のコンタクト層より上の各層が、該第1導電型の周辺部を露出して形成され、該第1導電型のコンタクト層の露出部の上に第1導電型の電極が形成されていると共に、該第2導電型のコンタクト層の上に第2導電型の電極が形成されている発光ダイオード。

【請求項2】 前記第1導電型のコンタクト層のバンドギャップエネルギーが、前記活性層のバンドギャップエネルギーよりも大きく、かつ前記下クラッド層のバンドギャップエネルギーよりも小さい請求項1に記載の発光ダイオード。

【請求項3】 前記第1導電型のコンタクト層の不純物濃度が、前記下クラッド層の不純物濃度よりも高い請求項1に記載の発光ダイオード。

【請求項4】 前記第2導電型の上クラッド層と第2導電型のコンタクト層との間に、第2導電型の電流拡散層が形成されている請求項1に記載の発光ダイオード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、発光ダイオードに関し、特にGaAs基板上にDBRが形成され、GaAs基板が吸収基板となるような材料から発光層が形成される発光ダイオードにおいて、低抵抗で外部出射効率が高く、1回のエピタキシャル成長で作製できる発光ダイオードに関する。

【0002】

【従来の技術】上述のGaAs基板が吸収基板となるような発光波長の発光ダイオードにおいて、より高輝度な発光を得るためには、発光層からGaAs基板の方向へ向かう光を何等かの方法でもう一度発光層の方へ戻してやる方法が有効である。

【0003】一般に、AlGaInP系の材料を発光層とする発光ダイオードでは、Al混晶比が大きくなるほど発光効率が低くなる。このため、図7に示すように、AlGaInP下クラッド層33とGaAs基板31との間にDBR (Distributed Bragg Reflector) 32を設け、外部出射効率を高くすることが行われている。尚、この図7において、34はAlGaInP活性層、35はAlGaInP上クラッド層、36はAlGaAs電流拡散層、37はGaAsコンタクト層、38および39は電極を示す。

【0004】また、発光層から光が射出される表面層までの距離が発光領域に比べて小さい場合には、電極の下で発生した光は電極により出射が妨げられる。このため、図8に示すように、電極49の下方に当たるAlGaInP上クラッド層45の上の部分に電流阻止層50を設け、電極49下での発光を減少させて外部出射効率を高くすることが行われている。尚、この図8において、41はGaAs基板、42はDBR、43はAlGaInP下クラッド層、44はAlGaInP活性層、46は電流拡散層、47はGaAsコンタクト層、48および49は電極を示す。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述のDBRを下クラッド層とGaAs基板との間に設ける方法では、DBRとしてAlAs、AlInP等の低屈折率材料を用いるのが有利である。しかし、これらの材料はバンドギャップエネルギーが大きく、GaAs基板とのヘテロ接合部でのバンド不連続のため、DBRを設けない場合と比べて高抵抗な発光ダイオードとなってしまう。抵抗を低くするためには、DBRの不純物ドーピング濃度を高くする必要があるが、その場合、結晶性の良い半導体層を得るのが困難となり、高品質なDBRが得られないので発光ダイオードの特性劣化の原因となる。

【0006】また、上述の電流阻止層を電極の下方に当たる上クラッド層の上の部分に設ける方法では、電流阻止層を成長させた後で成長を中断させることが必要である。このため、2回の半導体層成長が必要となって素子作製工程が繁雑となる。

【0007】本発明は上記従来の問題点を解決するためになされたものであり、DBRをGaAs基板と下クラッド層との間に設けても高抵抗とならず、高品質なDBRが得られ、かつ電極下での発光を減少させて外部出射効率を高くすることができ、1回のエピタキシャル成長で作製することができる発光ダイオードを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の発光ダイオードは、GaAs基板上にDBR (Distributed Bragg Reflector) が形成され、該DBRの上に、第1導電型のコンタクト層、第1導電型の下クラッド層、アンドープの活性層、第2導電型の上クラッド層および第2導電型のコンタクト層がこの順に積層形成された発光ダイオードにおいて、該DBRが、アンドープの複数層からなる構成か、または上部の数層のみが第1導電型であり、他の層がアンドープである構成となっており、該第1導電型のコンタクト層より上の各層が、該第1導電型の周辺部を露出して形成され、該第1導電型のコンタクト層の露出部の上に第1導電型の電極が形成されていると共に、該第2導電型のコンタクト層の上に第2導電型の電極が形成されているので、そのことにより上記目的が達成さ

れる。

【0009】この発光ダイオードにおいて、前記第1導電型のコンタクト層のバンドギャップエネルギーが、前記活性層のバンドギャップエネルギーよりも大きく、かつ前記下クラッド層のバンドギャップエネルギーよりも小さい構成としてもよい。また、前記第1導電型のコンタクト層の不純物濃度が、前記下クラッド層の不純物濃度よりも高い構成としてもよい。また、前記第2導電型の上クラッド層と第2導電型のコンタクト層との間に、第2導電型の電流拡散層が形成されていてもよい。

【0010】

【作用】本発明においては、第1導電型のコンタクト層より上の各層が、第1導電型のコンタクト層の周辺部を露出して形成され、その露出部に第1導電型の電極が形成されている。このため、GaAs基板とDBRとのヘテロ接合部に電流が流れず、DBRを設けても抵抗が高くなることがない。また、第2導電型の電極から斜め下（チップ周辺部）の方向に流れる電流の割合が大きくなるので、電極下での発光の割合を低減できる。このため、電流阻止層を設ける必要がなく、1回のエピタキシャル成長で作製することができる。

【0011】また、DBRの各層をアンドープとし、または上部の数層のみを第1導電型としているので、容易にDBRの各層の結晶性を良好にすることができ、高品質なDBRを得ることができる。

【0012】第1導電型のコンタクト層のバンドギャップエネルギーは、活性層のバンドギャップエネルギーよりも大きく、かつ下クラッド層のバンドギャップエネルギーよりも小さくされていてもよい。または、第1導電型のコンタクト層の不純物濃度が、下クラッド層の不純物濃度よりも高くされていてもよい。このようにすることにより、光がコンタクト層で吸収されることなく良好なオーミックコンタクトがとり易くなる。

【0013】第2導電型の上クラッド層と第2導電型のコンタクト層との間に、第2導電型の電流拡散層が形成されていてもよい。このようにすることにより、電極により妨げられ外部に取り出すことのできない光を減少させることができる。

【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

【0015】（実施例1）図1は、実施例1の発光ダイオードを示す断面図であり、図2はその製造工程を説明するための断面図である。この発光ダイオードは、AlGaInP系材料を発光層とするものである。

【0016】図1に示すように、GaAs基板1上に、各層をアンドープとしたAlAs/Al_{0.7}Ga_{0.3}Asが20対積層されてDBR2となっている。その上に厚み1μmのn型（Al_{0.45}Ga_{0.55}）_{0.5}In_{0.5}Pコンタクト層10、厚み1μmのn型（Al_{0.6}Ga_{0.4}）

{0.5}In{0.5}P下クラッド層3、厚み0.6μmのアンドープ（Al_{0.3}Ga_{0.7}）_{0.5}In_{0.5}P活性層4、厚み2μmのp型（Al_{0.6}Ga_{0.4}）_{0.5}In_{0.5}P上クラッド層5、厚み7μmのp型Al_{0.7}Ga_{0.3}As電流拡散層6および厚み1μmのp型GaAsコンタクト層7が積層形成されている。n型コンタクト層10よりも上の各層は周辺部が除去されて、n型コンタクト層10が露出している。n型コンタクト層10の露出部上にはNi/AuGe/Auからなるn型電極9が形成され、p型コンタクト層7の上にはAu/AuZn/Auからなるp型電極8が形成されている。

【0017】この発光ダイオードは、以下のようにして、1回の成長工程で作製することができる。

【0018】まず、図2に示すように、GaAs基板1上に、各層をアンドープとしたAlAs/Al_{0.7}Ga_{0.3}Asを20対積層してDBR2を形成し、その上にn型コンタクト層10、n型下クラッド層3、アンドープ活性層4、p型上クラッド層5、p型電流拡散層6およびp型コンタクト層7を順次積層形成する。この実施例では、各層をMOCVD（有機金属気相成長）法で形成した。

【0019】その後、フォトリソグラフィー、硫酸系エッチャントおよび熱リン酸による化学エッチング等により、n型コンタクト層10よりも上の各層の周辺部（図2に斜線部60で示した部分）を除去し、n型コンタクト層10を露出させる。このn型コンタクト層10の露出部上にn型電極9を形成し、p型コンタクト層7の残った部分上にp型電極8を形成する。

【0020】このようにして得られる本実施例の発光ダイオードにおいては、GaAs基板1とDBR2とのヘテロ接合部を電流が流れないので、従来のDBRを備えた発光ダイオード（図7に示したもの）に比べて低抵抗とすることができた。DBR2の各層をアンドープとしているので高品質なDBRが得られ、また、p型電極8から斜め下方向に流れる電流割合が多くなるので、従来の発光ダイオードよりも1.5倍〜2倍程度に外部射出効率を高くすることができた。

【0021】（実施例2）図3は、実施例2の発光ダイオードを示す断面図であり、図4はその製造工程を説明するための断面図である。この発光ダイオードは、AlGaInP系材料を発光層とするものである。

【0022】図3に示すように、GaAs基板11上に、各層をアンドープとしたAlAs/Al_{0.7}Ga_{0.3}Asが20対積層されてDBR12となっている。その上に厚み2μmのp型（Al_{0.45}Ga_{0.55}）_{0.5}In_{0.5}Pコンタクト層20、厚み2μmのp型（Al_{0.6}Ga_{0.4}）_{0.5}In_{0.5}P下クラッド層13、厚み0.6μmのアンドープ（Al_{0.3}Ga_{0.7}）_{0.5}In_{0.5}P活性層14、厚み7μmのn型（Al_{0.6}Ga_{0.4}）_{0.5}In_{0.5}P上クラッド層15および厚み1μmのn型GaAsコン

10

20

30

40

50

5

タクト層17が積層形成されている。p型コンタクト層20よりも上の各層は周辺部が除去されて、p型コンタクト層20が露出している。p型コンタクト層20の露出部上にはAu/AuZn/Auからなるp型電極19が形成され、n型コンタクト層17の上にはNi/AuGe/Auからなるn型電極18が形成されている。

【0023】この発光ダイオードは、以下のようにして、1回の成長工程で作製することができる。

【0024】まず、図4に示すように、GaAs基板11上に、各層をアンドープとしたAlAs/Al_{0.7}Ga_{0.3}Asを20対積層してDBR12を形成し、その上にp型コンタクト層20、p型下クラッド層13、アンドープ活性層14、n型上クラッド層15およびn型コンタクト層17を順次積層形成する。この実施例では、各層をMOCVD法で形成した。

【0025】その後、フォトリソグラフィ、硫酸系エッチャントおよび熱リン酸による化学エッチング等により、p型コンタクト層20よりも上の各層の周辺部(図4に斜線部70で示した部分)を除去し、p型コンタクト層20を露出させる。このp型コンタクト層20の露出部上にp型電極19を形成し、n型コンタクト層17の残った部分上にn型電極18を形成する。

【0026】このようにして得られる本実施例の発光ダイオードにおいては、n型(Al_{0.6}Ga_{0.4})_{0.5}In_{0.5}P上クラッド層15の抵抗率がp型(Al_{0.6}Ga_{0.4})_{0.5}In_{0.5}P下クラッド層13の約1/40であり、p型Al_{0.7}Ga_{0.3}As層と同程度である。このため、n型上クラッド層15を7μmと厚膜にすることにより、電流拡散層として機能させることができる。

【0027】また、GaAs基板11とDBR12とのヘテロ接合部を電流が流れないので、従来のDBRを備えた発光ダイオード(図7に示したもの)に比べて低抵抗とすることができた。DBR12の各層をアンドープとしているので高品質なDBRが得られ、また、n型電極18から斜め下方向に流れる電流割合が多くなるので、従来の発光ダイオードよりも2倍〜2.5倍程度に外部射出効率を高くすることができた。

【0028】(実施例3)図5は、実施例3の発光ダイオードを示す断面図であり、図6はその製造工程を説明するための断面図である。この発光ダイオードは、AlGaAs系材料を発光層とするものである。

【0029】図5に示すように、GaAs基板21上に、各層をアンドープとしたAlAs/Al_{0.5}Ga_{0.5}Asが20対積層されてDBR22となっている。その上に厚み1μmのn型Al_{0.5}Ga_{0.5}Asコンタクト層30、厚み1μmのn型Al_{0.7}Ga_{0.3}As下クラッド層23、厚み0.6μmのアンドープ(Al_{0.35}Ga_{0.65}As)活性層24、厚み7μmのp型Al_{0.7}Ga_{0.3}As上クラッド層25および厚み1μmのp型GaAsコンタクト層27が積層形成されている。n型コンタクト

6

層30よりも上の各層は周辺部が除去されて、n型コンタクト層30が露出している。n型コンタクト層30の露出部上にはNi/AuGe/Auからなるn型電極29が形成され、p型コンタクト層27の上にはAu/AuZn/Auからなるp型電極28が形成されている。

【0030】この発光ダイオードは、以下のようにして、1回の成長工程で作製することができる。

【0031】まず、図6に示すように、GaAs基板21上に、各層をアンドープとしたAlAs/Al_{0.5}Ga_{0.5}Asを20対積層してDBR22を形成し、その上にn型コンタクト層30、n型下クラッド層23、アンドープ活性層24、p型上クラッド層25およびp型コンタクト層27を順次積層形成する。この実施例では、各層をMOCVD法で形成した。

【0032】その後、フォトリソグラフィ、硫酸系エッチャントおよび熱リン酸による化学エッチング等により、n型コンタクト層30よりも上の各層の周辺部(図6に斜線部80で示した部分)を除去し、n型コンタクト層30を露出させる。このn型コンタクト層30の露出部上にn型電極29を形成し、p型コンタクト層27の残った部分上にp型電極28を形成する。

【0033】このようにして得られる本実施例の発光ダイオードにおいては、p型Al_{0.7}Ga_{0.3}As上クラッド層25を7μmと厚膜にすることにより、電流拡散層として機能させることができる。

【0034】また、GaAs基板21とDBR22とのヘテロ接合部を電流が流れないので、従来のDBRを備えた発光ダイオード(図7に示したもの)に比べて低抵抗とすることができた。DBR22の各層をアンドープとしているので高品質なDBRが得られ、また、p型電極28から斜め下方向に流れる電流割合が多くなるので、従来の発光ダイオードよりも1.5倍〜2倍程度に外部射出効率を高くすることができた。

【0035】上記実施例においては、DBR2、12、22の各層をアンドープとしたが、上部の数層のみを第1導電型としてもよい。

【0036】また、第1導電型のコンタクト層10、20、30のバンドギャップエネルギーを、活性層4、14、24のバンドギャップエネルギーよりも大きく、かつ下クラッド層3、13、23のバンドギャップエネルギーよりも小さくしたが、第1導電型のコンタクト層10、20、30の不純物濃度20を下クラッド層3、13、23の不純物濃度よりも高くしてもよい。

【0037】発光層の材料は、GaAs基板を吸収基板とするような材料であれば、いずれも用いることができ、成長層の混晶比も適宜選択することができる。

【0038】成長方法は、MOCVD法の他に、LPE(液相成長)法、MBE(分子線成長)法等の成長法を用いてもよい。

【0039】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、GaAs基板を吸収基板とするような材料を発光層とする発光ダイオードにおいて、高品質なDBRを得ることができ、かつ、DBRを備えても低抵抗にすることができる。また、電極下での発光を減少させて外部射出効率を高くすることができ、さらに、1回の成長工程で容易に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1の発光ダイオードを示す断面図である。

【図2】実施例1の発光ダイオードの製造工程を示す断面図である。

【図3】実施例2の発光ダイオードを示す断面図である。

【図4】実施例2の発光ダイオードの製造工程を示す断面図である。

【図5】実施例3の発光ダイオードを示す断面図である。

【図6】実施例3の発光ダイオードの製造工程を示す断

面図である。

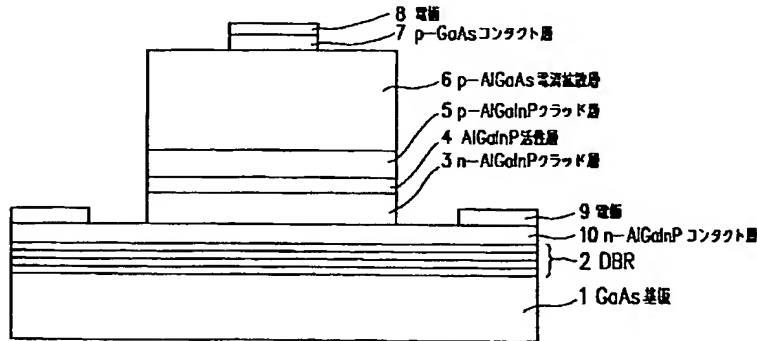
【図7】従来の発光ダイオードを示す断面図である。

【図8】従来の発光ダイオードを示す断面図である。

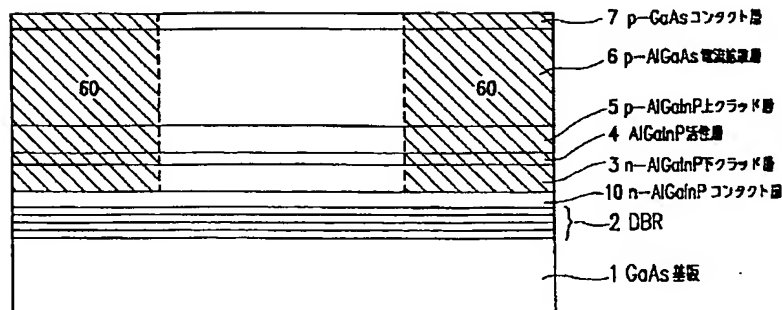
【符号の説明】

- 1、11、21、31、41 GaAs基板
- 2、12、22、32、42 DBR
- 3、13、23、33、43 第1導電型の下クラッド層
- 4、14、24、34、44 アンダーープ活性層
- 5、15、25、35、45 第2導電型の上クラッド層
- 6、36、46 電流拡散層
- 7、17、27、37、47 第2導電型のコンタクト層
- 8、18、28、38、48 第2導電型の電極
- 9、19、29、39、49 第1導電型の電極
- 50 電流阻止層
- 60、70、80 除去される部分
- 10、20、30 第1導電型のコンタクト層

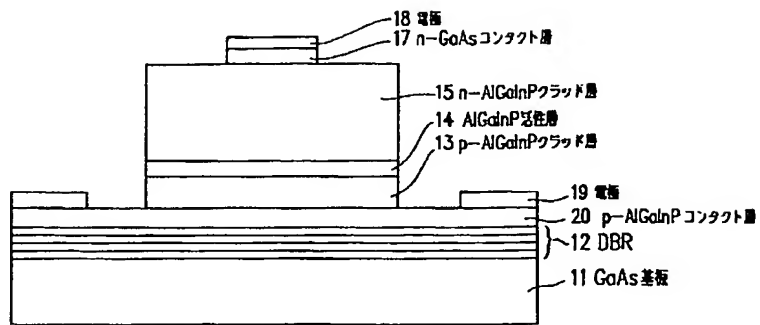
【図1】



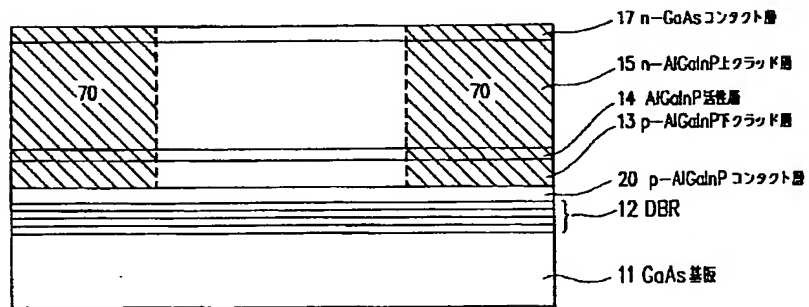
【図2】



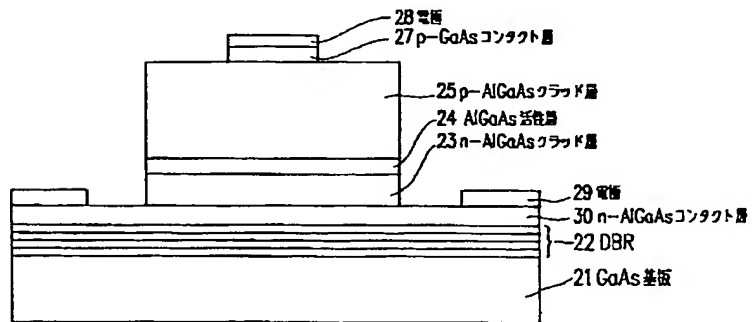
【図3】



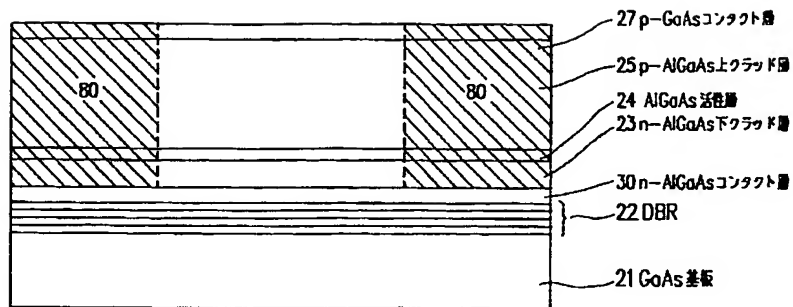
【図4】



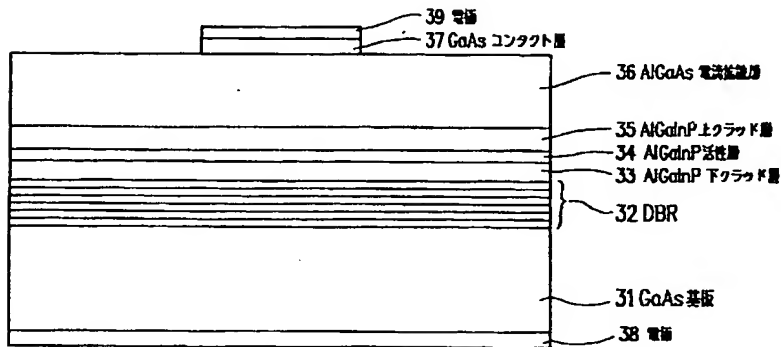
【図5】



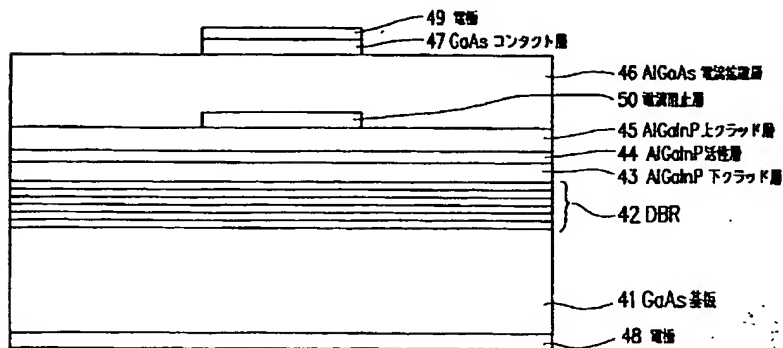
【図6】



【図7】



【図8】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.